

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

Nakládání s odpady z tavení, slévání a přetavování neželezných kovů

Waste from Melting, Remelting and Casting Non-ferrous Metals

Bakalářská práce

Autor:

Pavel Mašek

Vedoucí práce:

Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student: **Pavel Mašek**

Studijní program: B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor: 3904R022 Zpracování a zneškodňování odpadů

Téma: Nakládání s odpady z tavení, slévání a přetavování neželezných kovů
Waste from Melting, Remelting and Casting Non-ferrous Metals

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl bakalářské práce
2. Charakteristika technologií, při nichž vznikají odpady
3. Popis jednotlivých odpadů a způsoby nakládání s nimi
4. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

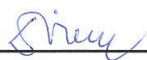
1. BEDNÁŘOVÁ, Vlasta. Recyklace slévárenských odpadů : regenerace formovacích směsí . 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2004. 53 s. ISBN 80-248-0682-7.
2. KRIŠTOFOVÁ, Dana. Recyklace neželezných kovů . 1. vyd. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2003. 57 s. ISBN 80-248-0485-9.
3. SRB, Jaroslav; RŮŽIČKOVÁ, Zdenka. Peletizace jemnozrnných materiálů. 1.vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979. 305 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miluše Hlavatá, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2011

Datum odevzdání: 30.04.2012


prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
vedoucí institutu




prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlašuji, že:

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25. dubna 2012



Pavel Mašek

Poděkování: Rád bych velice poděkoval vážené paní Ing. Miluši Hlavaté, Ph.D. za cenné rady, laskavou pomoc a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

Anotace: Tématem předložené bakalářské práce je charakteristika průběhu tavení a slévání neželezných kovů a odpadů, které při jejich zpracování vznikají. Zaměřuje se především na technologie používané při výrobě ingotů a odlitků z hliníkových slitin a popisuje způsoby a možnosti nakládání se vzniklými odpady v průběhu celého výrobního procesu. V moderních provozech, kde jsou zaváděny nejvyspělejší techniky, je minimalizován vznik odpadů na zcela nezbytné množství a zároveň jsou používány úpravnické metody a postupy, které dokáží i tyto produkované odpady vrátit zpět do výroby nebo odstranit bez následného zatížení životního prostředí.

Klíčová slova: tavení, tlakové lití, odpad, ingot, struska

Summary: The topic of the bachelor thesis is a characteristic of the melting and casting of non-ferrous metals and waste generated during processing. It focuses primarily on the technology used in the production of ingots and castings of aluminum alloys and describes the ways and possibilities of waste management throughout the whole production process. In modern plants, where they introduced the most advanced technology, waste generation is minimized to the absolute amount and there are also used finishing methods and techniques that are able to deliver these wastes back into production or removed without subsequent impact on the environment.

Key words: melting, die-casting, waste, ingot, slag

Obsah

1	ÚVOD	1
2	LEGISLATIVA	2
3	CHARAKTERISTIKA A POPIS TECHNOLOGIÍ TAVENÍ, SLÉVÁNÍ A PŘETAVOVÁNÍ NEŽELEZNÝCH KOVŮ, PŘI NICHŽ VZNIKAJÍ ODPADY	3
3.1	Primární vsázka	3
3.2	Energetická náročnost tavení	4
3.3	Tavící a udržovací pece	5
3.4	Druhy pecí podle způsobu vytápění a podle konstrukce	6
3.5	Vměstky a plyny	10
3.6	Technologie výroby odlitků	14
4	ODPAD PŘI TAVENÍ A SLÉVÁNÍ NEŽELEZNÝCH KOVŮ	17
4.1	Kovový odpad obecně	17
4.2	Odpady z výroby neželezných kovů	17
4.3	Úprava odpadů neželezných kovů	18
4.4	Recyklační postupy odpadů neželezných kovů	19
4.5	Struktura odpadu ze slévárenství	19
4.6	Formovací a jádrové směsi	20
4.7	Směsi s jílovými pojivy	20
4.8	Chemicky spojené směsi	21
4.9	Peletizace ve výrobě neželezných kovů	22
5	SLÉVÁRNA TLAKOVÉHO LITÍ HLINÍKU AISAN INDUSTRY CZECH S.R.O. V LOUNECH	24
5.1	Společnost Aisan Industry Czech s.r.o.	24
5.2	Linka tlakového lití hliníku	24
5.3	Blokové schéma slévárny firmy Aisan Industry Czech s.r.o.	30
5.4	Produkce odpadů ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.	31
5.5	Nakládání s odpady ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.	34
6	ZÁVĚR	39
	SEZNAM LITERATURY	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ	43
	SEZNAM TABULEK	44
	SEZNAM SCHÉMAT	45
	SEZNAM GRAFŮ	46

Seznam použitých zkratek

BAT – Best Available Technique

IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control

EU – Evropská unie

ŽP – životní prostředí

MŽP – Ministerstvo životního prostředí

WFO - World Foundrymen Association

PAU- Polycyklické aromatické uhlovodíky

OH – odpadové hospodářství

POH – plán odpadového hospodářství

ČR – Česká Republika

EMS – Environmental Management System

1 ÚVOD

Slévárenská a hutní výroba neželezných kovů je původcem velkého množství - především nežádoucích - vedlejších produktů, mezi něž patří i různé druhy odpadů. Tyto odpady podle údajů odborné literatury tvoří v podstatě stejné množství materiálu jako je množství finálního produktu a právě v jejich objemu spočívá jejich negativní význam, i když podle svého složení nejsou většinou hodnoceny jako nebezpečné nebo toxické. Z toho je patrné, že problematika nakládání s odpady hutního a slévárenského průmyslu je prioritní otázkou nejen z hlediska environmentálního, ale také ekonomického.

Průmyslově vyspělé země, explicitně členské země Evropské unie, se proto snaží objem těchto odpadů co nejvíce snížit zaváděním a používáním recyklačních technologií nebo koncipováním zcela nových, moderních postupů výroby, které se posuzují podle doporučení referenčních dokumentů nejlepších dostupných technik (BAT) ve vztahu ke Směrnici Rady IPPC o integrované prevenci a omezování znečištění č. 96/61/ES ve znění prováděcích předpisů. Zavádění takovýchto technologií směřuje k snižování produkce odpadů a zároveň přispívá k naplňování cílů trvale udržitelného rozvoje a zvyšování konkurenceschopnosti a produktivity průmyslu evropských států.

Cílem bakalářské práce je charakteristika technologií tavení, slévání a přetavování neželezných kovů a popis odpadů, které při těchto procesech vznikají a způsoby nakládání s nimi.

2 LEGISLATIVA

Nakládání s odpady řeší v České republice zákon č. 185/2001 Sb. zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění. Tento zákon zapracovává příslušné předpisy EU. Především upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a také pro nakládání s nimi vzhledem k dodržování ochrany ŽP, což řeší zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí v platném znění. Zákon o odpadech dále určuje práva a povinnosti osob fyzických i právnických

Působnost zákona o odpadech se vztahuje na nakládání se všemi odpady, s výjimkou odpadních vod, o kterých pojednává zákon č. 254/2001 Sb. o vodách v platném znění (vodní zákon), emisních látek znečišťujících ovzduší, o nich jedná zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší v platném znění a jiných specifických odpadů, které řeší konkrétní zákony.

„Pojem odpad je každá movitá věc, které se osoby zbavují nebo v budoucnu mají úmysl zbavit, anebo mají povinnost se jí zbavit.“ [20]

Odpady se zařazují dle Katalogu odpadů, který vydává MŽP podle vyhlášky Zařazení odpadů č. 381/2001 Sb, v platném znění, nebo podle kategorií, kde je původce a oprávněná osoba povinna odpad zařadit do kategorie nebezpečný, pokud je uveden v seznamu nebezpečných odpadů, který je uveden v prováděcím právním předpise, anebo znečištěn některou ze složek uvedenou v Seznamu složek, které činí odpad nebezpečným.

Katalog odpadů a postup zařazení řeší vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb. v platném znění, která stanovuje Katalog odpadů a Seznam nebezpečných složek odpadů. [1]

3 CHARAKTERISTIKA A POPIS TECHNOLOGIÍ TAVENÍ, SLÉVÁNÍ A PŘETAVOVÁNÍ NEŽELEZNÝCH KOVŮ, PŘI NICHŽ VZNIKAJÍ ODPADY

Úkolem technologií tavení slitin neželezných kovů je vyprodukování finální slitiny v co nejvyšší možné kvalitě s vynaložením co možná nejnižších nákladů. Je nutno si uvědomit, že kvalita konečného produktu nikdy není lepší, než je kvalita vstupujících roztavených kovů. Tuto kvalitu určuje druh primární suroviny, konstrukční typy tavících pecí, metalurgický proces a způsob zpracování taveniny a jejího odlévání.

3.1 Primární vsázka

Podle hlavního cíle procesu tavení je nutno používat suroviny, které by umožnily dosáhnout optimální kvality výsledného produktu s minimálními náklady. Tyto náklady se skládají z ceny primární suroviny, ceny zpracování, podílů neshodných výrobků a cen oprav strojů. Proto je někdy z ekonomického hlediska výhodnější, vsázet surovinu sice dražší, ale výborné kvality.

Housky slitin mají nejvyšší kvalitu, protože obsahují málo nečistot a rozpuštěných plynů a jejich chemické složení je stabilní. Na druhou stranu jsou, ale nejdražší. Můžeme je rozdělit na slitiny prvního tavení (primární), které pocházejí přímo z hutní výroby hliníkových rud a na slitiny druhého tavení (sekundární), které vznikly jako produkt přetavení šrotu, což je způsob konečného zpracování hliníkových odpadů. Proto také obsahují více nečistot a různých přísad než slitiny primární. Některé přísadové prvky lze při tavení odstranit, jiné zůstávají natrvalo. Z toho důvodu se do nich musí přimíchávat čistý kov, potom teprve se sekundární slitina může rafinovat a odlévat do housek.

Vratný materiál tvoří neshodné výrobky nálitky, vtoky a vtokové soustavy což je v podstatě odpad z výroby. Tento materiál je méně kvalitní, protože má větší obsahové množství chemických nečistot, plynů a vměstků. Povrch každého kusu je pokryt vrstvou oxidů, které ještě více znečišťují taveninu. Z toho důvodu jsou do vsázky vhodnější kompaktní kusy materiálu s malým povrchem, zatímco kusy tenkostěnné s povrchem relativně velkým vnášejí do tavícího procesu velké množství nečistot.

Je-li požadován výsledný produkt vysoké kvality je nutno vsázet co nejméně vratného materiálu, proto se taví výhradně z housek. Zatekliny a broky, které vznikají při rozstříku kovu, by se neměli vsázet vůbec, ale měli by se zpracovat přetavením.

Hliníkový šrot je tvořen vyřazenými součástkami různých přístrojů a třískami. Pro výrobu vysoce kvalitní taveniny je jeho použití naprosto nevhodné, protože má většinou neznámé chemické složení, bývá, znečištěn organickými látkami (nátěry oleji, emulzemi atd.), obsahuje velký objem oxidických vměstků a je znečištěn množstvím nežádoucích prvků a navíc přináší do tavícího procesu vodu (jako hydroxid na svém povrchu nebo v prasklinách a pórech). Rovněž třísky jsou ve vsázce nežádoucí kvůli znečištění řeznými kapalinami a značného množství vměstků tvořených oxidy. [2]

3.2 Energetická náročnost tavení

Potřebná tepelná energie při výrobě taveniny spolu s teplotou nutnou k lití je složena s tepla potřebného k ohřevu vsázky, která je v tuhém stavu, dále ze skupenského tepla a tepla přehřátí. Roztavené slitiny hliníku mají velký tepelný obsah, z kterého plyne vysoká energetická náročnost jejich tavení. Tato skutečnost je patrná při porovnání údajů následující tabulky tepelně – fyzikálních vlastností různých kovů.

Tabulka 1: Tepelně-fyzikální vlastnosti některých neželezných kovů

prvek	teplota tavení [°C]	střední měrné teplo [kJ/kg.K]		skupenské teplo [kJ/kg]
		v tuhém stavu	v tekutém stavu	
hliník	660	1,05	1,09	396
hořčík	650	1,17	1,32	372
křemík	1410	0,84	2,10	1411
měď	1083	0,42	0,50	210
olovo	327	0,12	0,15	25
zinek	420	0,38	0,46	100
cín	232	0,21	0,25	61
železo	1539	0,67	0,71	277

Zdroj dat: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, str.35

Další tabulka názorně ukazuje tepelného obsahu vybraných neželezných kovů v roztaveném stavu.

Tabulka 2: Tepelný obsah některých roztavených kovů

kov/slitina	teplota [°C]	tepelný obsah [kJ/kg]
hliník	750	1150
AlSi9	750	1260
AlSi12	750	1325
hořčík	750	1090
měď	1150	690
zinek	450	270
ocel	1500	1400
litina	1400	1300

Zdroj dat: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, str.35

3.3 Tavicí a udržovací pece

Tavicí pece se používají k roztavení kovu na potřebnou teplotu, dále se v nich provádí úprava chemického složení spolu s rafinací a odstraněním plynů a vměstků. Někdy se tavenina může filtrovat přes tkané nebo keramické filtry při nalévání do transportních pánví.

Udržovací pece mají význam při udržování teploty taveniny poblíž příslušných pracovišť a licích agregátů. Jejich topný mechanismus reguluje teplotu kovu a někdy se v nich může tavit i běžná vsázka. V těchto pecích se také tavenina může očkovat modifikovat i odplyňovat.

Udržovací pece velkoobjemové ve velkých slévárenských provozech se používají jako zásobníky taveniny, z nichž se rozváží podle potřeby do udržovacích pecí menších objemů. Slouží také k homogenizaci a stabilizaci vlastností roztaveného kovu.

Systém jedné pece je využíván především v malých provozech z technologií odlévání do pískových forem. Zde se po natavení a provedení nutných metalurgických zásahů odlévá tavenina z tavicího kelímku, po vyjmutí z pece se přelévá do licích pánví.

Požadavky pro všechny druhy tavicích pecí stanovují tyto nutné zásady: co nejmenší oxidace a průnik plynů do kovů, oddělení pevné vsázky a tekutého kovu, minimalizace lokálního přehřátí taveniny.

Oxidace je výsledkem chemického charakteru atmosféry přímo v peci a vzniklých spalín, spolu se způsobem pohybu kovu. Prouděním taveniny s porušením celistvosti vrstvy oxidů na jejím povrchu zapříčiňuje rozsáhlejší oxidaci. Proto není vhodné používat vanové indukční pece, v nichž se tavenina víří a přelévá. Negativním důsledkem oxidace je propal taveniny, jehož hodnoty jsou 1 – 4 % hmotnosti vsázky.

Stěry jsou oxidy plovoucí na povrchu taveniny nebo jsou na povrch vynášeny při rafinaci a z hladiny se stahují. Ve slévárenských provozech jsou zahrnovány do ztrát, protože se musí transportovat na zpracování do hutí nebo jinému použití. Čím více tavenina obsahuje plynů, tím větší obsah má vměstků a naopak.

Naplynění souvisí se stykem taveniny s vlhkostí v kelímcích ve vyzdívce, v surovinách sázky a podobně. Voda je obsažena i ve spalínách, a proto by v pecích mělo být zabráněno kontaktu taveniny se spalínami.

Oddělení pevné vsázky a tekutého kovu má také za účel oddělit taveninu od vlhkosti. To je splněno u pecí kelímkových, v nichž se taví pevná vsázka a dosazuje se pouze velmi dobře předeřtá a vysušená surovina. Naprosto nevhodné je přisazování suroviny, která je vlhká, studená nebo zamaštěná (výborné jsou šachtové nebo vanové pece s dvěma komorami, ve kterých je oddělena předeřtávací a tavící část od komory s tekutým kovem).

Lokální přehřátí taveniny, k němuž může dojít při jednostranném a nerovnoměrném zahřívání v kelímkových nebo kanálkových pecích, které jsou špatně seřizené. Tento negativní jev způsobuje naplynění, ovlivňuje stav krystalizačních zárodů a zapříčiňuje vznik vměstků.

3.4 Druhy pecí podle způsobu vytápění a podle konstrukce

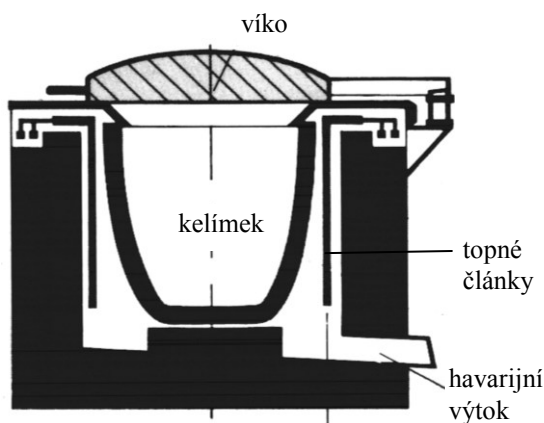
Pece plamenné využívají v největší míře zemní plyn, kterého je třeba cca. $3,6 \text{ Nm}^3$ při výhřevnosti 35000 kJ/Nm^3 pro roztavení a přehřátí 100 kg hliníku na teplotu 750°C . tento údaj je pouze teoretický, protože v praxi je spotřeba plynu mezi $8\text{--}20 \text{ Nm}^3$. Přesné nastavení hořáku (mírný přebytek vzduchu) je nezbytné, aby se dosáhlo maximální tepelné účinnosti a požadovaných metalurgických poměrů. [2]

Pece elektrické mohou být odporové s malým výkonem tavení a nízkou homogenizací roztaveného kovu (téměř se nepohybuje). To ale představuje i výhodu, protože se tavenina málo propaluje a málo naplyňuje.

Jiným typem jsou pece indukční s frekvencí síťovou (kelímkové, vanové, bubnové – kanálkové), v nichž se kov ohřívá v induktoru. V těchto pecích je tavenina v intenzivním pohybu, což má za následek dobrou homogenizaci, ale z hlediska metalurgického je tento pohyb nevýhodou. Tyto pece jsou energeticky nenáročné se spotřebou 400 kW na 1 tunu. Změna druhu taveniny je obtížná, neboť v peci je nezbytný stálý zbytek kovu.

Indukční pece mohou být i středofrekvenční (kelímkové) s větším výkonem tavení a spotřebou kolem 500 kW na 1 tunu. Změna typu slitiny je možná, protože pece se mohou úplně vyprázdnit. [2]

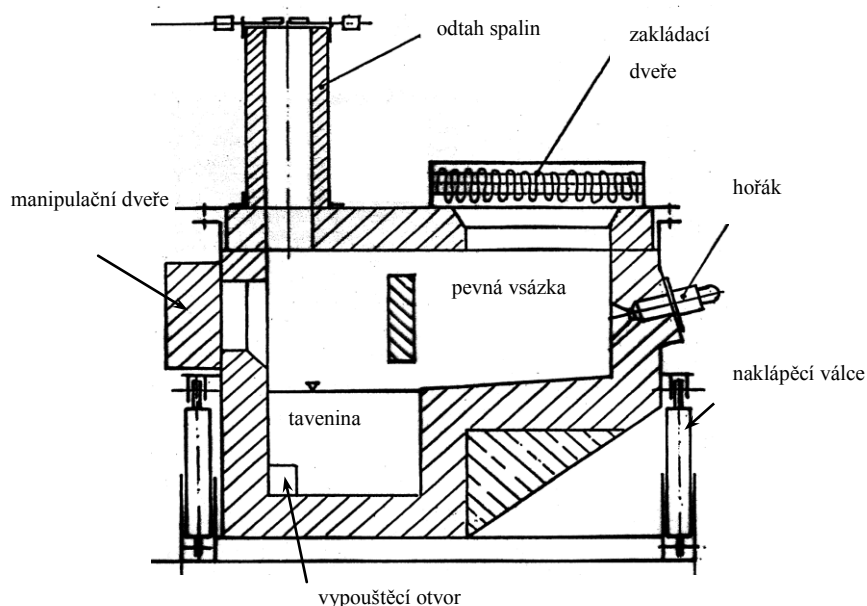
Pece kelímkové se používají pro menší množství kovu. Kelímky jsou tvořeny z jílografitu nebo SiC. Jejich objemová velikost je od 100 do 200 kg slitiny. Po natavení kovu se kelímky s pece vyjmou a používají se jako pánve k transportu a lití, přitom se úplně vyprázdní, a proto se druh slitiny může snadno měnit. Životnost kelímku je až do stovek provedených taveb. Tyto pece jsou plynové nebo elektricky odporové. Jsou opatřeny víkem (u plynových pecí s odvodem spalin). Při větších tavících výkonech mohou být tyto pece sklopné.



Obrázek 1: Elektrická odporová kelímková pec

Zdroj: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, obr.17

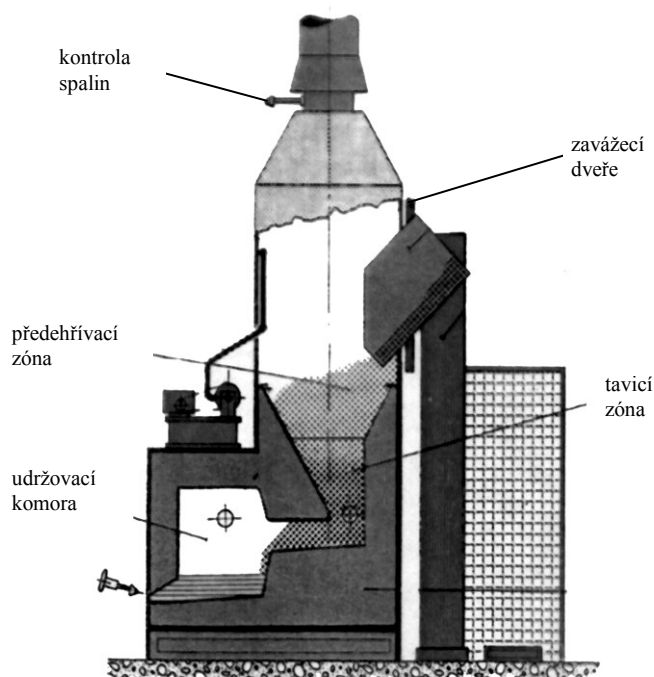
Pece komorové jsou v naší republice používané nejčastěji a skládají se z části tavící a udržovací. Vsázka přichází do tavící části a vůbec nekontaktuje taveninu. Stejný princip je i u pecí dvoukomorových pecí vertikálních, kde se vsázka sází do horní komory a v ní se taví a spodní komora slouží jako zásobník taveniny.



Obrázek 2: Dvoukomorová plynová pec

Zdroj: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, obr.18

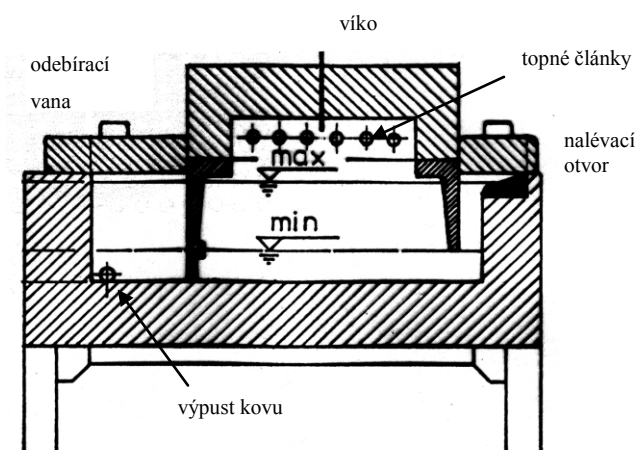
Pece šachtové v nich se surovina vsází do šachtice, kde se odpaří voda a shoří organické nečistoty. Tavící prostor je ve spodní části šachtice, odkud taveniny vytéká do udržovací komory. Pec je vyhřívána plynovými nebo olejovými hořáky a je vyzděna žáruvzdornou vrstvou. Výhodou této pece je postupné předehřívání vsázky, čímž je zabráněno proniknutí vlhkosti a nečistot do taveniny. Tak se získá kov vysoké kvality a čistoty s nízkými ztrátami propalem (okolo 1 %).



Obrázek 3: Šachtová tavicí pec

Zdroj: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, obr.19

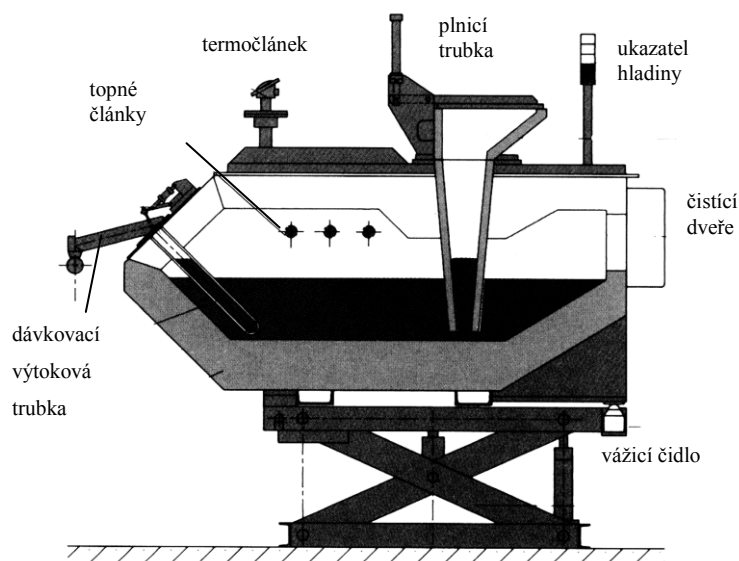
Pece vanové mají malou hloubku a bývají tvořeny jednou až třemi komorami. Většinou jsou používány jako udržovací. Vytápějí se plynem i elektrinou. V těchto pecích se kov téměř nehýbe, a proto se vyznačuje malým naplyněním i propalem, na druhé straně je ale tavenina špatně homogenizovaná.



Obrázek 4: Vanová pec

Zdroj: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, obr.20

Pece dávkovací mají automatické dávkování taveniny při odlévání do forem. Natavený kov se přes trychtýř nalévá do dávkovací hermeticky uzavřené vanové pece. Nad hladinou taveniny se udržuje teplota topnými články z SiC a měří se pomocí termočlánků. V uzavřené atmosféře je slabý přetlak vzduchu nebo ochranného plynu. Kov je dávkován z výšením tlaku tohoto vzduchu, tzn. vytlačen z vany do trubice; následné snížení tlaku opět odvod taveniny opět ukončí. [2]



Obrázek 5: Dávkovácí pec

Zdroj: ROUČKA, Jaromír. Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství, Brno, 2006, obr.21

3.5 Vměstky a plyny

Vměstky jsou nekovové částice ve slitině hliníku, snižující její slévárenské vlastnosti, chemickou odolnost, možnost povrchové úpravy a další vlastnosti. Většinou mají velkou tvrdost. Dělí se na oxidické blány (jsou to oxidy hliníku tvořící velké plošné částice narušující kompatibilitnost matrice). Velké makroskopické vměstky a kompaktní drobné částice jsou méně škodlivé. U nenáročných odlitků je přítomnost vměstků celkem irelevantní, ale u produktů s vysokými technickými požadavky je maximální čistota základní podmínkou.

Vměstky v hliníkových slitinách mohou vzniknout oxidací přítomných prvků a jejich vzájemnými chemickými reakcemi – endogenní vměstky (vnitřní). Nejdůležitější z nich jsou oxidy hliníku (zdrojem kyslíku při vzniku těchto oxidů je kyslík s atmosféry a vlhkost

pocházející např. s plyných spalin z pecí, z vyzdívky pecí apod. – voda se totiž ve styku z roztaveným hliníkem rozkládá, vodík se v tavenině rozpustí a hliník s kyslíkem vytvoří oxid.). Oxidická vrstva na povrchu taveninu sice chrání, je-li ale mícháním nebo přeléváním porušena, oxidace znovu začne a tak vznikají další vměstky, z toho důvodu se preferuje klidné plnění při lití spodním vtokem. Při teplotách nad 750°C se oxid hliníku mění na velice tvrdý korund, který zhoršuje obrobitelnost produktu. Méně chrání taveninu před oxidací a zvyšuje objem vměstků.

Méně nebezpečné jsou vměstky exogenní (vnější), což jsou částice materiálů z vyzdívky pecí nebo pánví nebo zbytky solí, které se do kovu dostávají zvenčí – jejich velikost je max. několik milimetrů.

Vměstky mohou také vzniknout jako kalové fáze vznikající v intervalu krystalizace při dlouhodobém udržování taveniny než je 600°C nebo při vsázení studené suroviny do roztaveného kovu nebo při nalévání taveniny do studených pánví či jiném ochlazení kovu. Tyto fáze jsou velice tvrdé, zvyšují opotřebení licích strojů a zhoršují obrobitelnost a jiné vlastnosti odlitků. Z finálního produktu tyto vměstky tvořené fázemi nedají odstranit.

Množství oxidických vměstků je možno snížit rafinací. Tento proces využívá především odstátí roztaveného kovu, kdy vměstky vyplouvají nad hladinu. Proto se doporučuje po každém přelití a jiném zásahu, aby roztavený kov odstál 10 – 20 minut. Tento způsob je ale málo účinný, protože měrná hustota kovu a oxidu je téměř stejná. Dále se používá profukování taveniny plyny, při němž jsou vměstky vynášeny na hladinu plynovými bublinami (dmýcháním neutrálního plynu – dusíku nebo argonu). Mohou se také používat krycí přípravky (krycí soli – směsi chloridů a fluoridů), které zabraňují kontaktu taveniny se vzdušným kyslíkem a s vodnou vlhkostí tím, že na hladině vytvoří ochrannou vrstvu. Mohou se také použít jako rafinační přípravky, které mají za úkol odstranit z již vytaveného kovu vměstky (přidávají se až těsně před dokončením tavby), navázat je do strusky a také snížit množství hliníku ve strusce. Struska se na hladině taveniny tvoří z těchto rafinačních solí a na nich zachycených vměstků ve formě tzv. stěrů. Tyto stěry však obsahují i velké množství hliníku, a proto se shromažďují a navracejí k hutnímu zpracování. Nově vyvinuté rafinační soli mají schopnost uvolňovat hliník ze strusky zpátky do taveniny a tím snížit ztráty kovu. Posledním způsobem rafinace je tzv. filtrace, kdy se při přelévání taveniny do pánví nebo do udržovacích pecí nebo do forem vměstky

zachycují na plochých tkaninových filtrech (velké vměšky oxidických blan), kovových sítkách nebo keramických filtrech (nekovové vměšky jemných frakcí).

Zmetky odlitků mohou vzniknout také přítomností vodíku v tavenině, protože při jejím tuhnutí dochází ke snižování rozpustnosti tohoto plynu a ten tvoří bubliny. Bubliny jsou příčinou zhoršených mechanických a únavových vlastností a znemožňují povrchovou úpravu odlitku. Vodík se do taveniny může dostat z vlhkosti vzduchu v peci, ze solí, z vyzdívek nebo z olejů na hliníkovém šrotu. Bubliny vodíku vznikají především při zbytečném přehřívání slitiny a také se ve velkém množství tvoří na vzniklých vměstech. Protože při pomalém tuhnutí se vodík vyloučí téměř všechn, mohou vzniknout velké bubliny, proto je nutno aby tavenina tuhla co nejrychleji a vyloučilo se co nejméně vodíkových bublin. Pokud se ale odlévá kov do pískových forem nebo se odlévají silnostěnné odlitky, je nutno přistoupit k odplynování tzn. snížení obsahu vodíku na takovou úroveň, aby nedošlo k vyloučení bublin. Většinou se provádí probubláváním taveniny neutrálními plyny, které musí být velmi čisté (nejčastěji dusík s čistotou 99,995 %). [2]

Blokové schéma provozu tavírny hliníkových slitin

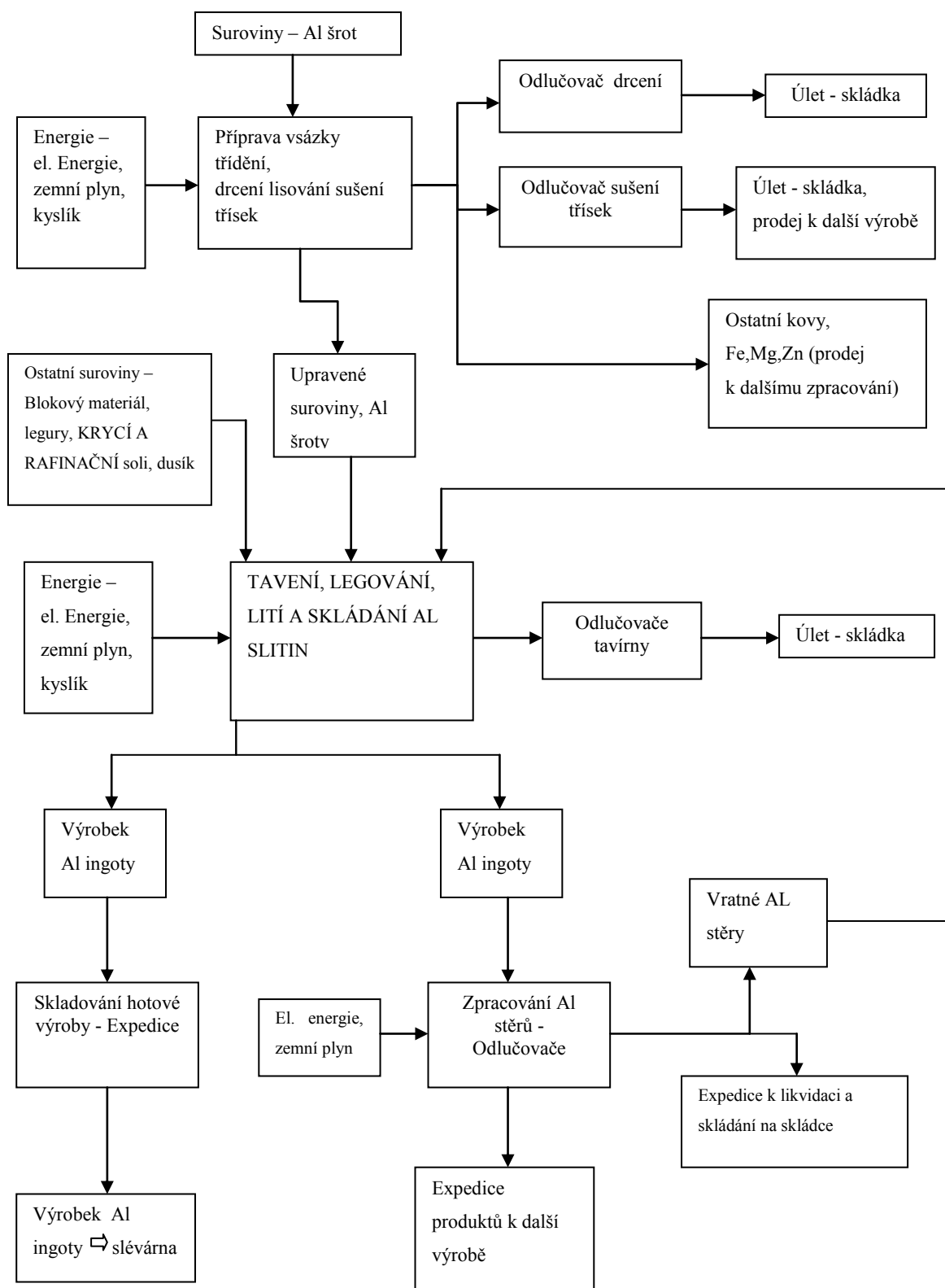


Schéma 1: Technologické schéma procesu TAVENÍ HLINÍKOVÝCH SLITIN

3.6 Technologie výroby odlitků

Odlévání do pískových forem

Tento způsob je nejrozšířenější a univerzální způsob odlévání, kterým můžeme odlévat díly od několika kilogramů až po několik tun. Používá se hlavně pro neželezné kovy. Podle výkresu požadovaného dílu odlitku se zhotoví dřevěný nebo sádrový model (budoucí tvar odlitku), na přípravnou desku se položí polovina modelu a kolem se postaví tzv. formovací rám. Model se zasype formovací směsí, podle horního okraje formovacího rámu se seřízne, nakonec se zdusá a nechá zatvrdnout. Formovací směs obsahuje velmi jemný křemičitý písek, který je smíchaný s jílem. Stejný postup se aplikuje i na druhou polovinu modelu. Z pískových forem se vyjmou modely a poloviny se dají k sobě. Pak je možno odlévat. Po ukončení lícího procesu a ochlazení odlitku se odlitky vytluckají – forma se rozbije. Proto se v sériové výrobě uplatňuje výroba pískových forem a plnění rámu formovací směsí se provádí strojově.

Odlévání do skořepinových forem

Skořepina se vyrábí pomocí kovového modelu. Kolem modelu se ze směsi písku a pryskyřice (až 10 %) vytvoří skořepina o tloušťce cca 10mm (je obvykle dvoudílná), po odlití kovu se skořepina rozbije a zůstane výsledný odlitek.

Odlévání do kovových forem

Při tomto způsobu odlévání se používají kovové formy, které jsou odolnější než formy pískové. Používají se pro sériovou výrobu a je možné v nich odlít desítky tisíc odlitků.

Odstředivé odlévání - používá se zejména pro výrobu rotačních součástí (trubky, prstence), forma se otáčí kolem své osy a tekutý kov se do ní pozvolna nalévá. Díky odstředivé síle se kov rovnoměrně rozprostře po obvodě formy (není potřeba jádro).

Gravitační lití – je jednoduchá technologie, při níž jsou formy zhotoveny z litiny s lupínkovým nebo kuličkovým grafitem, jsou dvou – nebo více dílné s kovovými nebo pískovými jádry (písková jádra se využívají u odlitků, z nichž by jádra kovová nešla vytáhnout). Formy jsou umístěny na kokilových strojích, které umožňují jejich skládání a rozebírání a také vyhazování odlitků. Povrch forem, se ošetřuje nátěry, aby se zamezilo přilnutí odlitku ke kokile a rozpouštění železné litiny, z níž je vyrobena. Formy se musí

předeheřívát na teplotu kolem 250°C a po skončení lití se chladí vodními šneky nebo vodními deskami. V těchto formách se odlévají odlitky o hmotnosti do 20 – 30 kg s tloušťkou stěn kolem 4,5 mm. [2]

Tlakové lití – je pro výrobu odlitků z hliníku nejpoužívanější technologií. Využívá vysokotlaké vstřikování taveniny do kovové formy. To umožňuje výrobu odlitků složitých tvarů, které mají stěny o tloušťce kolem 1 mm. V těchto formách se používá pouze kovových jader a je možno do nich před litím vkládat kovové zálitky. Tyto formy jsou složeny z ráků a vložek tvořící styčnou část formy s taveninou. Musí být vyrobeny z vysoce legovaných a tepelně zpracovaných Cr – Mo ocelí kvůli vysokým mechanickým a tepelným nárokům. Tyto licí formy jsou mimořádně finančně nákladné (až miliony korun), proto je vyžadována jejich vysoká životnost a jsou používány výhradně při hromadné a vysoko sériové produkci odlitků. Při tlakovém lití rozlišujeme dva typy konstrukcí strojů a to se studenou komorou obr.6 a teplou komorou obr.7.

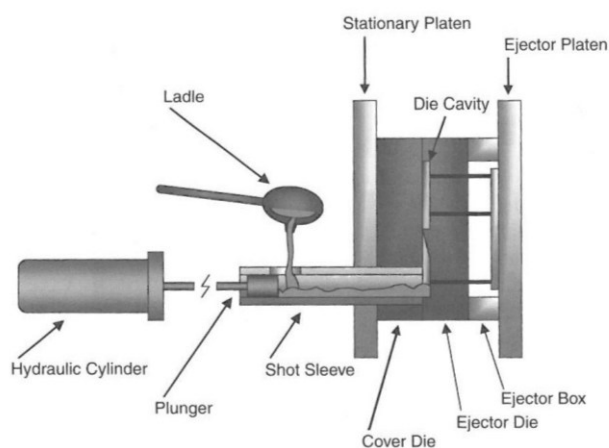


Figure 1.3 Graphical illustration of a cold-chamber die casting machine.

Obrázek 6: Studená komora licího stroje

Zdroj: VINARCIK, Edward J. *High integrity die casting processes*. New York: John Wiley, 2003, s. 7

V současnosti se používají kovové formy, do nichž se tavenina slitiny hliníku dávkuje automaticky plnicí lžící nebo pneumatickým dávkovacím zařízením. Pomocí vyhazovačů se produkt po ztuhnutí z formy vytlačí a je ochlazen. Následuje odstřižení vtoku a přetoku a finální apretace. Forma se poté nastříká separačním prostředkem, aby se zabránilo přilepování odlitků a bylo usnadněno jejich vyhazování z formy.

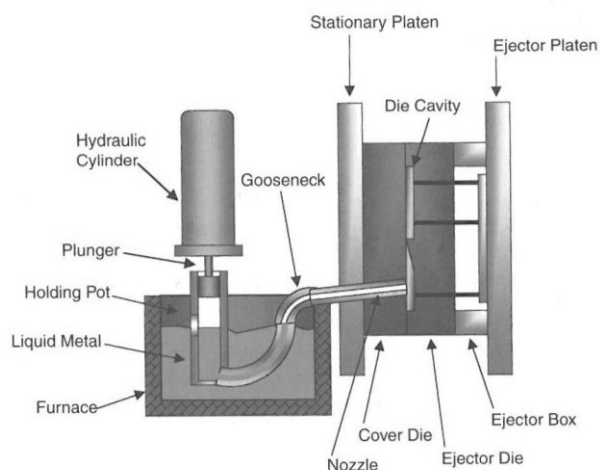


Figure 1.2 Graphical illustration of a hot-chamber die casting machine.

Obrázek 7: Horká komora lícího stroje

Zdroj: VINARCIK, Edward J. *High integrity die casting processes*. New York: John Wiley, 2003, s. 6

Při tomto lití se používají slitiny Al – Si nebo Cu nebo Mg. Je v nich také snížen obsah Fe asi na jedno procento kvůli omezení sklonu nalepování taveniny na vnitřek formy. V udržovacích pecích se provádí rafinace a stahování strusky a teplota taveniny se udržuje v rozmezí 610 – 650 °C.

Nevýhodou tohoto lití je dosti špatná vnitřní homogenita odlitku. Při rozstříkávání taveniny ve formě nastává totiž její oxidace a reakce s mazadlem za vzniku značného množství vměstků. Mohou také vznikat bubliny ze vzduchu, který zůstává uzavřen v některých průřezech. Ke zlepšení tohoto stavu se používá lití do forem vakuovaných, z jejichž dutiny se před litím vzduch odsaje, a tak se zabrání oxidaci i vzniku bublin. [4]

Nízkotlaké lití – se provádí zvýšením tlaku nad hladinou kovu, což způsobí vytlačování taveniny stoupací trubicí z tlakotěsné udržovací pece vzhůru do formy. Jelikož je ústí trubice stále ponořeno do kovu, do formy přichází kov bez jakýchkoliv vměstků. Kvalita odlitku při tomto lití je proto velmi vysoká, produkty obsahují minimum vměstků i vodíkových bublin, a z toho důvodu mají vynikající těsnost vůči tlaku. [2]

4 ODPAD PŘI TAVENÍ A SLÉVÁNÍ NEŽELEZNÝCH KOVŮ

4.1 Kovový odpad obecně

Jako kovový odpad označujeme takový druh odpadu, v němž se kov nachází v ryzí metalické formě (samostatně nebo jako součást slitin). Obecné členění kovového odpadu je na odpad litinový a ocelový a na kovový odpad neželezný. Takovéto rozdělení není samozřejmě úplně přesné, neboť kovový odpad může být složen z různých kovů i podílů nekovových. Takový odpad se nazývá polykomponentní nebo komplexní.

Kovový odpad můžeme také členit podle původu:

Výrobní odpad – vratný, vznikající v ocelárnách, slévárnách, kovohutích, tzn. při hutní výrobě. K němu přiřazujeme i strusky, které mají značný obsah příslušného kovu. Tento odpad má známé chemické složení a pro další využití je výhodnější než původní surovina.

Zpracovatelský odpad – vznikající při výrobě kovových produktů (obrábění, kování a jiné zpracování polotovarů z hutnické výroby). Skládá se ze zbytků kovových materiálů, jako jsou např. okuje, piliny a podobně.

Amortizační odpad – je tvořen vyřazenými stroji a zařízeními z průmyslu, domácností a jiných oblastí lidské činnosti. Tento druh odpadu vyžaduje složité úpravnické procesy k zajištění řádné čistoty a separace užitečných frakcí šrotu. [5]

4.2 Odpady z výroby neželezných kovů

Odpadem pyrometalurgické výroby těchto kovů jsou kovohutnické strusky, což jsou slitiny různých kovových i nekovových prvků, které vytvářejí roztoky a sloučeniny. Dále se ve struskách nacházejí i nepatrná množství kovů, sulfidy těchto kovů a plyny. Strusky jsou tedy polykomponentní systémy, které obsahují především SiO_2 , CaO , FeO , mohou také být přítomny Al_2O_3 , MgO , PbO a jiné sloučeniny podle chemického složení zpracovávané suroviny. Tyto součásti strusky na sebe navzájem reagují a vytvářejí křemičitany, hlinitany atd. Výsledkem je homogenní tavenina, v níž se nalézají kompletní jalové frakce tavícího procesu.

Strusky dělíme podle charakteru na zásadité (bazické) s převažujícím podílem CaO , MgO , FeO , strusky kyselé obsahující především SiO_2 , Al_2O_3 a FeO_3 (sillimanit, mullit) a strusky neutrální v nichž jsou zásadité a kyselé podíly zastoupeny téměř ve stejném poměru. [16]

Strusky rozdělujeme také podle jejich chemického složení na silikátové, které obsahují vysoký podíl SiO_2 a jsou nejčastější, fosfátové, kde kyselá složka je tvořena P_2O_5 a strusky na bázi kovových oxidů.

Ztráty kovů při hutnické výrobě bývají nezanedbatelné, neboť velká část zpracovávaného kovu končí ve strusce. Tyto ztráty rozdělujeme na chemické, které jsou mizivé a vznikají vázáním okysličených kovů. Kvůli rozpustnosti kovů a kamínků ve strusce vznikají ztráty fyzikálně – chemické. Ovšem největší ztráty (i procentuální) jsou způsobeny mechanicky strháváním kovových částí taveniny struskou.

Kovohutnické kamínky – představují významný produkt koncentračního tavení neželezných rud. Jsou to homogenní slitiny kovových sulfidů, ve kterých se koncentrují kovy s velkou afinitou k síře (FeS , PbS , Cu_2S), dále ušlechtilé kovy (Au , Ag) a také prvky stopové. Kamínek po roztavení má hustotu nižší než kovová tavenina a naopak vyšší než struska, a proto tvoří v peci vrstvu mezi těmito hlavními produkty tavení.

Při hutnictví těchto kovů vznikají také plyny, exhaláty, úlety a prachy. Jsou to produkty plynné, které však obsahují podle složení vstupní sázky a použité technologie kromě podílu plynných i částice tuhé a kapalné. [5]

4.3 Úprava odpadů neželezných kovů

Odpady neželezných kovů se upravují složitější technologií, která se někdy přibližuje až k technologii zpracování primární suroviny.

Při zdrobňování se využívají různé typy drtičů (válcové, nožové a kladivové), někdy se zařazuje i předúprava kryogenní (za mrazu). Pokud je nutno oddělit různé frakce vzniklé při drcení, používají se různé rozdužovací procesy, např. gravitační separace, magnetické rozdužování a podobně.

Velmi složité je vzájemné oddělení kovových frakcí podle druhu kovu. Zde jsou možnosti separace značně omezené. Při rozdělování lehkých kovů neželezných (Al , Mg) od neželezných kovů těžkých se může použít pouze ruční třídění a někdy také rozdužování v těžkých suspenzích nebo na sazečkách. Provozní využití elektrodynamické, magnetohydrodynamické nebo magnetohydrostatické separace je obtížné. Z toho důvodu

se využívají spíše metody hydrometalurgické, což je loužení a opětné získávání kovu z roztoku, anebo pyrometalurgické, např. frakční odtavování nebo rafinační procesy. [5]

4.4 Recyklační postupy odpadů neželezných kovů.

Kovohutnické strusky jsou velmi cenným zdrojem při produkci kvalitních koncentrátů, při jejichž výrobě se nejprve strusky zdrobňují a pak různými metodami třídění (suché nebo mokré) a různými separačními metodami (magnetické rozdrůžování, flotace) upravují a zpracovávají. Mohou se také recyklovat pomocí redukčních pyrometalurgických procesů.

Odkuřování, které je založeno na metodě prohánění vzduchu a práškového uhlí skrze roztavenou strusku se používá u strusky měďařské a olovářské. Při této metodě se uhlí nedokonale spaluje za vzniku redukčního prostředí, v němž za teploty 1250°C kovy začnou tékat. Tato technologie se využívá u strusek roztavených, protože opětné roztavování starých odvalových strusek vyžaduje velké energetické náklady. Odvalové strusky se používají hned z prvního žáru ke granulaci, produkci dlažebních kostek, struskových drtí a makadamu, struskové vlny k izolačním účelům atd.

Kaly a jemnozrné úlety se musí nejprve podrobit úpravě kusovosti, briketací nebo peletizací. Pak jsou účinně zpracovány zejména v silničním stavitelství jako různá plniva. [5]

4.5 Struktura odpadu ze slévárenství

Odpady ze slévárenství jsou nežádoucími vedlejšími produkty – tuhý odpad, emise a znečištěné vody. WFO (World Foundrymen Association) udává, že na každou tunu vyrobených dobrých odlitků připadne také jedna tuna odpadu (jestliže české slévárenství vyprodukuje ročně přibližně 500 000 tun takových odlitků, vyprodukuje zároveň i 500 000 tun odpadu).

Tyto odpady rozdělujeme co do objemu na použité formovací a jádrové směsi (65 – 90%), jejichž zpracování a recyklace je obtížná kvůli jejich velkému množství. Je však nezbytná, protože výroba formovacího materiálu se stále z nových čistých surovin a po výrobním procesu jejich ukládání na skládku je úplně neudržitelná a kontraproduktivní.

Ostatní podíly slévárenského odpadu mají menší objem a jsou tedy méně významné. Jsou to vyzdívky s pecí (2 – 10 %), strusky (1 – 7 %), kaly a prach (2 – 6 %) a ostatní odpady (1 – 5 %).

Při výběru používaných technologií nakládání s těmito odpady je nutno dbát na doporučení dokumentu „Nejlepší dostupné technologie (BAT) pro slévárny“. Tento dokument je vztahen ke směrnici Rady č. 96/61/EC z roku 1996 – IPPC. Tato směrnice ukládá členským státům povinnost přijmout opatření k tomu, aby technologická zařízení byla provozována tak, že zohlední vhodnou prevenci proti znečišťování, a to na základě nejlepších dostupných technologií. [6] [22]

4.6 Formovací a jádrové směsi

Formovací a jádrové směsi obsahují především ostřivo (98 % objemu), zejména praný a tříděný kvalitní křemenný písek (SiO_2). Místo něj se může používat (hlavně při výrobě těžkých odlitků) i chromid, jehož cena je ale mnohonásobně vyšší v návaznosti na jeho lepší ochlazovací a žáruvzdorné vlastnosti. Také zirkon, lupek, olivín a chrommagnezit mohou být v menší míře používány.

Pojivo je součástí směsi, která se přidává k ostřivu kvůli zpevnění formy (1 – 10 % objemového obsahu). Směsi mohou obsahovat i vodu a jiné přísady. [7] [8]

4.7 Směsi s jílovými pojivy

Tyto směsi obsahují především bentonit (montmorillonitický jíl), který je schopen vázat vodu, a tím je umožněno formování „na syrovo“. Tato bentonitová směs je v sériové výrobě nejvyužívanější (60 – 70 %). Z hlediska environmentálního je její používání velmi žádoucí, neboť je tzv. oběhová, což znamená, že po vyjmutí odlitku, roztlučení hrud, promísení a tzv. oživení (přidání vody, písku atd.) se již jednou použitá směs vrací opět do technologického procesu.

Bentonitová směs je v podstatě velmi čistá, ale ve slévárnách se do ní přidávají i uhlíkaté přísady kvůli lepší kvalitě povrchu odlitku. Při tepelných procesech pak ale vznikají toxické organické sloučeniny (fenol, PAU).

4.8 Chemicky pojené směsi

Tyto směsi jsou vytvrzovány chemickými reakcemi pojiva a tvrdidla. Jejich recyklace je obtížnější, neboť se musí ze zrn písku nejprve odstranit staré pojivo a produkty vytvrzování, které zabraňují vzájemné reakci nového pojiva a nového tvrdidla. Kromě toho by vysoký obsah pojiva způsoboval takzvané plynové vady na odlitcích.

Tyto směsi dělíme na:

Směsi s pojivy **anorganickými**, kde se jako pojivo používá alkalický křemičitan neboli vodní sklo a forma je vytvrzena reakcí s tvrdidlem (buďto zvnějšku přiváděným a nebo estery různé fáze směsí samotvrdnoucích). Protože produkty tohoto vytvrzování – gely kyseliny křemičité – mají vysokou přilnavost ke křemenným zrnům, je jejich odstraňování velmi obtížné. [6]

Směsi s pojivy **organickými** – umělými pryskyřicemi – jsou dnes nejvíce používané pro výrobu celých forem. Rychlost výroby forem a jejich skvělá kvalita se odrážejí příznivě v ekonomice výroby. Z hlediska ochrany životního prostředí a zdraví jsou ovšem velmi nevhodné, při jejich použití totiž vzniká 30 – 40 % toxických plynů nebo pevných zbytků tepelného zpracování a velká část zbytkové frakce končí v odpadních směsích. Až v posledních letech se podařilo snížit obsah volných monomerů na polovinu.

Z důvodů zvyšujících se požadavků na ochranu životního prostředí a hygienu práce se v posledních letech znovu začíná využívat více vodního skla jako pojiva, protože technologie, které ho využívají, jsou nejčistší. [6]

Regenerace formovacích směsí

„Regenerace formovacích směsí představuje technologický proces zpětného získání podstatné části ostřiva z použité směsi, pro další přípravu formovacích a jádrových směsí“. [9]

Cílem regenerace je odstranění zbytků pojiva a různých nečistot za účelem znovupoužití ostřiva ve výrobní technologii. Intenzita regenerace je odvislá od druhu pojiva a jeho přilnavosti (adhezi) k povrchu ostřiva – písku. Abychom získali co nejvíce čistý povrch zrn, je nutno zvolit vhodná zařízení a postupy.

Formovací směs je vysoce chemicky nehomogenní disperzní soustava, v níž je ostřivo pokryto pojivem, které se podle intenzity tepelné expozice vyskytuje buď v původním, nebo jako úplně tepelně znehodnoceném. Stupeň tepelné expozice je závislý na vzdálenosti od odlitku, jeho masivnosti, tepelném obsahu kovu, poměru kovu a písku a množství pojiva.

Výběr vhodné technologie ovlivňuje i regeneraci formovacích směsí. Pojivo se musí dávkovat tak, aby jeho obsah byl co možná nejmenší, aby bylo co nejvíce usnadněno jeho odstraňování z povrchu ostřiva.

Produktem regenerace ostřiva nikdy nedostaneme slévárenský písek s původní kvalitou, získáme pouze regenerát, který má vlastnosti kvalitativně pozměněné, což však nezabraňuje jeho použití při výrobě nových forem.

Technická literatura užívá pojem „up – cycling“ který znamená, že vhodná regenerace přispívá ke zkvalitnění vlastností regenerátu oproti původnímu ostřivu (zatímco down – cycling znamená snížení kvality regenerátu): otěrem se zmenšuje povrch zrn ostřiva, a tím je možno použít méně pojiva; zbytky starého pojiva tvoří blokaci vnitřního povrchu zrn, tím se zmenšuje jejich nasákavost a tím i množství potřebného pojiva; změnou tepelné dilatace a přidáním regenerátu se snižuje procento slévárenských vad z napětí. V ostřivu se zmenšuje podíl jemných frakcí, hrubnutím regenerátu se zvyšuje stupeň stejnorodosti ostřiva.

Můžeme ale zaznamenat i negativní aspekty použití regenerátu: růst množství uvolněných plynů při tepelné destrukci, zvýšený obsah příměsí snižujících žáruvzdornost formovacích směsí (riziko zapékání), zbytky pojiv mají vliv na pH regenerátu a snižují jejich reakční vlastnosti, u chromitu způsobuje zvýšená tepelná expozice zrn změnu jejich povrchu, tím změnu magnetičnosti, reaktivity a vzniká nebezpečí zapečení. [6]

4.9 Peletizace ve výrobě neželezných kovů

Úprava kusovosti se provádí především při zpracování meziproduktů, odpadů a úletů v hutnictví neželezných kovů. Koncentráty těchto kovů se sbalují v peletizačních mísách, v nichž se kvalitněji mohou sbalovat i vícekomponentní směsi a postupně nabalovat vrstvy jednotlivých materiálů. Zkusověný produkt by neměl vykazovat vysokou pevnost vzhledem k mletí nebo loužení peletizované vsázky. Peletizace neželezných kovů má na

rozdíl od hutnictví železa zajišťovat pouze plynulé dávkování a průchod agregátem bez rozpadu a otěru pelet, které si současně musí uchovat nezbytnou pórovitost. Proto se vyrábějí tzv. mikropelety o rozměrech 3 – 8 mm. Do pelet se přidávají i další složky nutné pro následné zpracování (především palivo), a proto je v tomto případě pouze minimální možnost zavedení teplotního zpevňování. Uplatňují se spíše nízkoteplotní postupy za použití různých pojiv např. vápna, bentonitu, cementu a vodního skla, při peletizaci velice jemnozrnných frakcí se osvědčují i sulfitové výluhy.

Při hutním zpracování bauxitu se po loužení oddělí nerozpustný zbytek – červený kal, v případě rudy obsahující vyšší podíl kyslíčnicku křemičitého zůstane tzv. hnědý kal, který je hrubozrnnější. Tyto kaly mají výrazné pojivé vlastnosti, a proto se dobře sbalují. Při předpeletizaci podporují vytváření mikropelet, které se následně přidávají k aglomerační vsázce a zvyšují výkon spékacího zařízení.

Červené kaly ve směsi s perlitem, popílkem, vysokopecní struskou nebo sodou se používají jako peletizované licí prášky při výrobě oceli jako peletizované licí prášky, které ochraňují ingoty před oxidací a tepelným izolačním účinkem vznikající strusky.

Hliníkové stěry, které vznikají při mletí odpadů z hliníku před dalším hutnickým zpracováním, jsou zachycovány ve filtrech mlecích zařízení. Stěry obsahují až 20 % kovového hliníku, přibližně 50 % oxidu hlinitého a jiných sloučenin hliníku, železa a křemíku. Tato surovina se využívá při přípravě vápenato - hlinité syntetické strusky pro rafinaci oceli. Aby se zabránilo velkým ztrátám, které vznikají rozprášením strusky při dávkování, využívá se peletizace hliníkových stěrů s přídavkem vápna. Tyto pelety je nutno zpevnit vypalováním, protože pokud obsahují vápno, vznikne nebezpečí rychlého ochlazování oceli. Dalším negativním jevem při peletizaci hliníkových stěrů je obsah nitridů, které se s vodou rozkládají za vzniku velkého množství tepla a vodní páry s amoniakem, což má za následek opětovný rozpad sbalků. Z toho důvodu se hliníkové stěry musí nejprve navlhčit a peletizovat teprve po důkladném odležení a rozkladu přítomných nitridů. Do paletizační směsi se přidává soda, která zvyšuje pevnost sušených sbalků, což je podstatná podmínka pro kvalitní přepravu materiálu až do stadia konečného zpracování bez nežádoucích ztrát. [10]

5 SLÉVÁRNA TLAKOVÉHO LITÍ HLINÍKU AISAN INDUSTRY CZECH S.R.O. V LOUNECH

5.1 Společnost Aisan Industry Czech s.r.o.

Byla založena v roce 2000 jako dceřiná společnost japonské korporace Aisan Industry Co., která existuje od prosince roku 1938 a nyní je předním dodavatelem dílů palivového systému pro největší japonskou automobilku Toyota. Jedním ze stěžejních výrobků palivového systému byl zpočátku karburátor, což obnášelo použití poměrně složitého technologického procesu, a to tlakového lití hliníku. V roce 1982 firma expandovala do zahraničí, první zahraniční pobočka vznikla v USA v roce 1999, ve stejném roce také vznikl první výrobní závod v Evropě ve Francii. V roce 2000 vznikl první výrobní závod v České republice pro výrobu jednodušších dílů palivových systémů a v roce 2002 byla rozšířena o slévárnu hliníků, kde se vyrábí různé druhy hliníkových dílů palivového systému, které se po odlití obrábí a poté se smontuje s jinými díly na finální výrobek. Dále se odlévají a obrábějí další druhy výrobků jako např. držáky alternátorů, držáky olejových filtrů, stěračů, víčka vačkové hřídele a další podobné díly pro spalovací motory osobních automobilů, pro vozy Toyota, Renault, Volvo, Rover, Nissan a jiné. [21]

5.2 Linka tlakového lití hliníku

Na obr. 8 je zobrazena linka tlakového lití hliníku s centrální tavící šachtovou pecí Striko



Obrázek 8: Centrální tavící pec Striko Westofen ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.

Autor: Mašek Pavel

Westofen, která roztavuje hliníkové ingoty a vratný materiál spolu se zmetky na požadovanou teplotu 680°C. Centrální pec má dvě části – tavící komoru, kde se hliníkové ingoty spolu s vratným materiálem taví na tekutý hliník při teplotě 720°C a kde během tavení roztavený hliník přeteče do udržovací komory, a zde se udržuje na teplotě 680°C. Při tomto procesu je velmi důležité, aby roztavený hliník měl požadovanou kvalitu (chemické složení, strukturu s minimálním podílem vměstků a minimálním naplyněním taveniny). Vměstky se odstraňují rafinací, která se provádí pomocí rafinačních solí, kdy se v odstáté tavenině vměstky naváží na plynové bubliny dusíku a vynášejí se na hladinu roztaveného hliníku. Tam vměstky přilnou na sůl a vytvoří strusku, která se pomocí nástrojů mechanicky stáhne do připravených nádob. Tímto procesem se sníží naplynění taveniny a tavenina má požadovanou kvalitu. [23]

Poté se roztavený hliník musí přepravit pomocí vozíku s kelímkem do kelímkové udržovací pece Elsklo RKLT která je zobrazena na obr.9.



Obrázek 9: Udržovací kelímková pec Elsklo RKLT ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.

Autor: Mašek Pavel

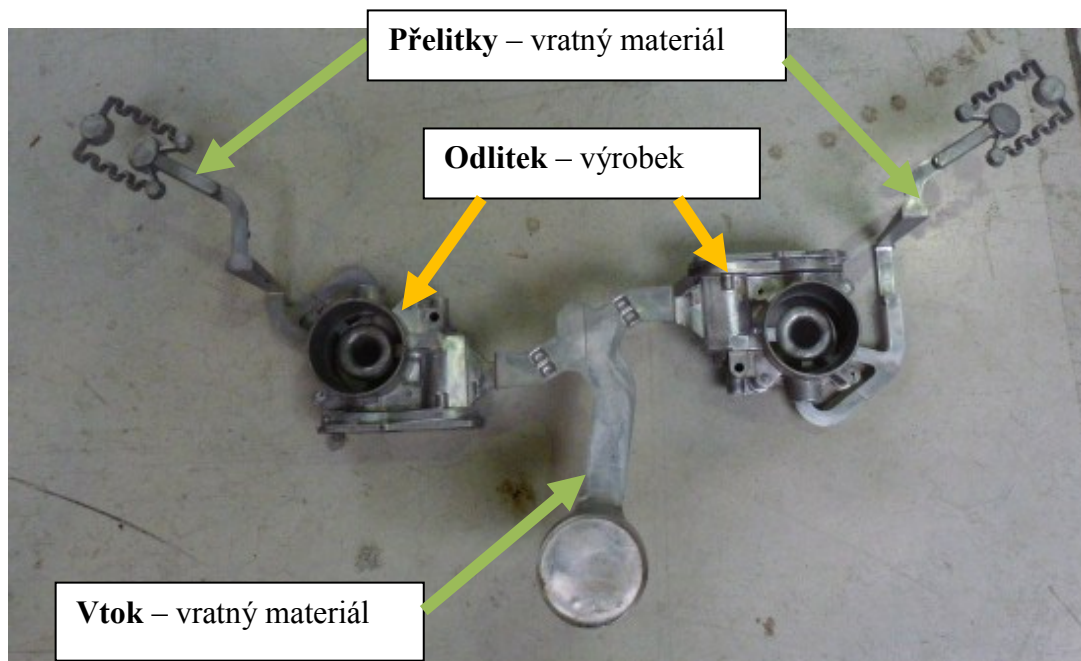
V této peci je hliník udržován na teplotě 650°C – 670°C. Udržovací pec je součástí odlévacího stroje UBE 350 na obr.10. V této udržovací peci se pravidelně mechanicky stahují do nádob hliníkové stěry.



Obrázek 10: Lící stroj UBE 350 ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.

Autor: Mašek Pavel

Vlastní technologie tlakového lití hliníku spočívá v tom, že se roztavený kov pomocí keramické naběračky dopraví z udržovací pece do lící komory a pomocí pístnice se vstříkne do kovové formy (dutiny), která se před vstřikem ošetří speciálním postřikem z důvodu odformování odlitku z formy. Pro postřik se používá ochranný (antiadhezní) prostředek Safety-Lube® 7505, který vytvoří na povrchu formy ochranný film pro lepší odformování odlitku. Nanáší se na formu jako emulze rozředěná vodou v poměru 1:70. Přebytková emulze stéká do zachytných van, kde se tento odpad shromažďuje. Odlitek na obr.11 je vyjmut pomocí robota a s jeho pomocí se následně mechanicky odstraní technologické přelisky a vtoky. Ty jsou použity jako vratný materiál a společně se zmetky se následně taví s novými ingoty v tavící peci.



Obrázek 11: Hrubý odlitek ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.

Autor: Mašek Pavel

Odlitky se následně otryskávají pomocí zinkových kuliček v tryskacím stroji DISA SPH 2-3/9 – obr.12.



Obrázek 12: Tryskací stroj DISA SPH 2-3/9

Autor: Mašek Pavel

Po otryskání se odlitky třískově obrábí na obráběcích linkách Mori Seiki NL 2000 – obr.13.



Obrázek 13: Obráběcí linka Mori Seiki NL 2000

Autor: Mašek Pavel

Tyto stroje obrábí požadované rozměry na některých částech odlitku. Jako chladicí řezná emulze se používá rozředěný přípravek Dasnobor 4010 s vodou v koncentraci 1:70. Z tohoto procesu vznikají jako odpad hliníkové třísky a řezné emulze. Z hliníkových třísek, které vznikají jako hlavní odpad na obráběcích linkách, se lisují brikety – obr.14.



Obrázek 14: Hliníková briket

Autor: Mašek Pavel

Tyto brikety se lisují na lise RUF RAP4 na obr.15, který vytlačí zbytky emulze mezi třískami a vylisuje brikety, které jsou pro další zpracování vhodnější než samotné třísky. Brikety jsou spolu se stěry a struskami jako odpad odprodávány k dalšímu zpracování.



Obrázek 15: Lis na brikety RUF RAP4

Autor: Mašek Pavel

5.3 Blokové schéma slévárny firmy Aisan Industry Czech s.r.o.

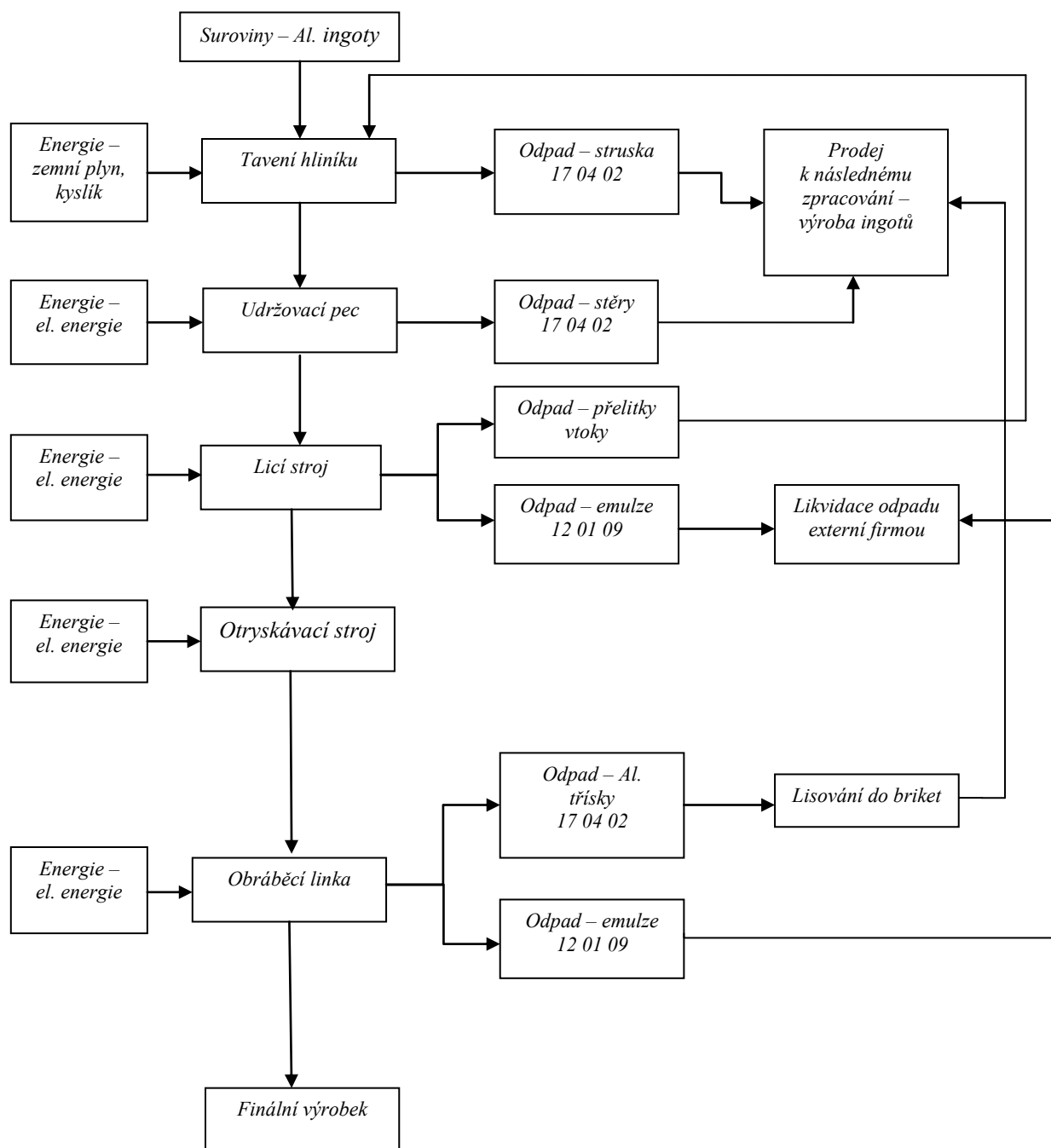
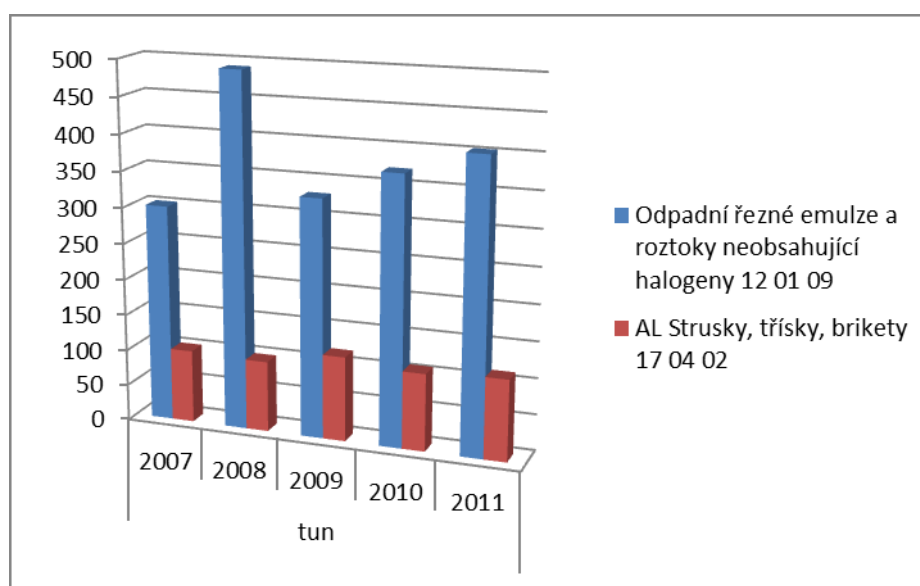


Schéma 2: Technologické schéma SLÉVÁRNY FIRMY AISAN INDUSTRY CZECH s.r.o.

5.4 Produkce odpadů ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.

Průběh vzniku odpadů ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o. je vyjádřen v grafu č.1. Je v něm zřetelné, jak je množství odpadů závislé na množství produktů které firma vyrobila. Zcela jasně je vidět, že se po roce 2008 z důvodu celosvětové hospodářské krize množství odpadů prudce snížilo a teprve v dalších letech se postupně zvyšovalo. [27]

Graf 1: Přehled vzniku odpadů ze slévárny hliníku Aisan Industry Czech s.r.o.



Zdroj – průběh evidence odpadů Aisan Industry Czech s.r.o.

Na základě Integrovaného povolení, které bylo firmě Aisan Industry Czech s.r.o. vydáno, může firma nakládat s odpady dle Katalogu odpadů [13]

Tabulka 3: Katalog odpadů firmy Aisan Industry Czech s.r.o.

Kód odpadu	Kategorie odpadu	Název odpadu
06 02 04	N	Hydroxid sodný a hydroxid draselný
08 01 11	N	Odpadní barvy a laky obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky
08 03 17	N	Odpadní tiskařský toner obsahující nebezpečné látky
08 04 09	N	Odpadní lepidla a těsnicí materiály obsahující organická rozpouštědla nebo jiné nebezpečné látky
11 01 13	N	Odpady z odmašťování obsahující nebezpečné látky
12 01 06	N	Odpadní minerální řezné oleje obsahující halogeny (kromě emulzí a roztoků)
12 01 07	N	Odpadní minerální řezné oleje neobsahující halogeny (kromě emulzí a roztoků)

Kód odpadu	Kategorie odpadu	Název odpadu
12 01 08	N	Odpadní řezné emulze a roztoky obsahující halogeny
12 01 09	N	Odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny
12 01 12	N	Upotřebené vosky a tuky
12 01 14	N	Kaly z obrábění obsahující nebezpečné látky
12 01 16	N	Odpadní materiál z otryskávání obsahující nebezpečné látky
12 01 20	N	Upotřebené brusné nástroje a brusné materiály obsahující nebezpečné látky
12 03 01	N	Prací vody
13 01 09	N	Chlorované hydraulické minerální oleje
13 01 10	N	Nechlorované hydraulické minerální oleje
13 01 11	N	Syntetické hydraulické oleje
13 01 13	N	Jiné hydraulické oleje
13 02 04	N	Chlorované minerální motorové, převodové a mazací oleje
13 02 05	N	Nechlorované minerální motorové, převodové a mazací oleje
13 02 06	N	Syntetické motorové, převodové a mazací oleje
13 02 08	N	Jiné motorové, převodové a mazací oleje
13 05 01	N	Pevný podíl z lapáků písku a odlučovačů oleje
13 05 02	N	Kaly z odlučovačů oleje
13 05 03	N	Kaly z lapáků nečistot
13 08 99	N	Odpady jinak blíže neurčené (kondenzát z kompresorů)
14 06 01	N	Chlorofluorohydrovody, hydrochlorofluorohydrovody (HCFC), hydrofluorohydrovody (HFC)
14 06 02	N	Jiná halogenovaná rozpouštědla a směsi rozpouštědel
14 06 03	N	Jiná rozpouštědla a směsi rozpouštědel
14 06 04	N	Kaly nebo pevné odpady obsahující halogenovaná rozpouštědla
14 06 05	N	Kaly nebo pevné odpady obsahující ostatní rozpouštědla
15 01 10	N	Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné
15 02 02	N	Absorpční činidla, filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami
16 01 07	N	Olejové filtry
16 01 14	N	Nemrznoucí kapaliny obsahující nebezpečné látky
16 06 01	N	Olověné akumulátory
16 06 02	N	Nikl-kadmiové baterie a akumulátory
17 04 09	N	Kovový odpad znečištěný nebezpečnými látkami
20 01 21	N	Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť
20 01 23	N	Vyřazená zařízení obsahující chlorofluorohydrovody
20 01 35	N	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení obsahující nebezpečné látky neuvedené pod čísly 20 01 21 a 20 01 23

Zdroj dat: Integrované povolení Aisan Industry Czech s.r.o. In: 2008. Dostupné z:

[http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/22E6BDA32EED604CC12573E1002BEF06/\\$FILE/Tavení a lití Al - IP.doc](http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/22E6BDA32EED604CC12573E1002BEF06/$FILE/Tavení a lití Al - IP.doc)

Pro plnění cílů odpadového hospodářství (OH), má firma zpracován plán odpadového hospodářství. POH firmy je vytvořen plně v souladu s POH ČR a POH Ústeckého kraje.

[11] Stanovuje cíle a opatření pro předcházení vzniku odpadů, omezování jejich množství,

nebezpečných vlastností a optimalizace nákladů se vznikajícími odpady. Také opatření pro splnění cílů závazné části POH kraje a způsob informačního a organizačního zabezpečení řízení OH firmy. POH je zpracován na dobu 5 let od roku 2011 do 2015. [25] [26]

Závazná část POH Ústeckého kraje platí pro toto území republiky a je závazným podkladem pro rozhodovací a jiné činnosti původců v oblasti OH. Třebaže je odpadové hospodářství popisovaného původce na dobré úrovni, je mezi jeho reálným stavem a některými cíli závazné části POH Ústeckého kraje v současné době nesoulad, který je třeba překlenout rozvojem systému OH původce v období platnosti jeho POH. Proto byly stanoveny cíle, jejichž plnění je závazné do roku 2015, a které zobrazuje tab. č. 4. [12] [23]

Tabulka 4: Cíle a opatření, které bude původce Aisan Industry Czech s. r. o. realizovat.

Stanovení cílů POH				Název a popis opatření	Odpad		
Cíl č.	Popis cíle	Cílová hodnota	Termín plnění		Kód	Název	Kat.
1.	Snížení měrné produkce odpadů nezávisle na úrovni ekonomického růstu	Měrnou produkci odpadů snížit alespoň o 2 %	2015	Snížit hliníkový odpad – zmetkovitost produkce hliníkových odlitků	17 04 02	Hliník	O
2.	Zvýšit využívání odpadů s upřednostněním recyklace na 55 % všech vznikajících odpadů do roku 2015.	55 %	2015	Třídění odpadů, vyhledávání nových možností využitelnosti u dosud nevyužívaných odpadů	Všechny produkované odpady		O,N

Zdroj: Plán odpadového hospodářství původce Aisan industry Czech s.r.o., Louny, 2011.

5.5 Nakládání s odpady ve firmě Aisan Industry Czech s.r.o.

Hliníkové strusky, stěry, třísky, špony a brikety – 17 04 02

Tento odpad se odstraňuje prostřednictvím firmy Anbremetall a.s. Dobříš, která se specializuje na recyklaci neželezných a železných kovů. Společnost Anbremetall a.s. působí na trhu od roku 1992 a je jednou z větších firem, které se zabývají recyklací neželezných a železných kovů. Provozovaná technologie této firmy byla posouzena ve vztahu k BAT dle Referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro průmysl zpracování neželezných kovů, český překlad (květen 2000) a Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries (August 2005). [17]

Samotná recyklace se provádí na lince pro zpracování stěrů a strusek, které vznikají jako nebezpečný odpad při výrobě hliníkových slitin v hutích a slévárnách. Tato linka využívá moderní bezodpadovou technologii na zpracování hliníkových stěrů z metalurgických procesů. V minulosti při tomto procesu likvidace docházelo k uvolňování škodlivých látek, kde hrozilo riziko kontaminace okolního prostředí, a proto byly tyto odpady převážně skládkovány. Zmíněnou technologií jsou hliníkové stěry 100 % využívány a hliník, který je v nich obsaženým, je znovu zpracován. Finálním produktem mechanické úpravy, třídění na vibračních sítích a následně magnetické separace, jsou kovové frakce určené především pro hutní výrobu. [14]

Odpad je dopraven podzemním zásobníkem do autogenního mlýnu, kde se rozeleme za současného uvolňování solí a oxidů. Pro mletí jsou používány jako násada železné koule. Frakce, které vzniknou, jsou tříděny přes síto a magneticky separovány. Produktem této linky je kovový podíl, který se používá pro následnou výrobu hliníkových slitin a speciální hliníkový granulát, který se používá ke zpracování např. ve stavebním anebo hutním průmyslu. Při využití této technologie nevznikají žádné další odpady. [15]

Blokové schéma zpracování stěrů a strusek

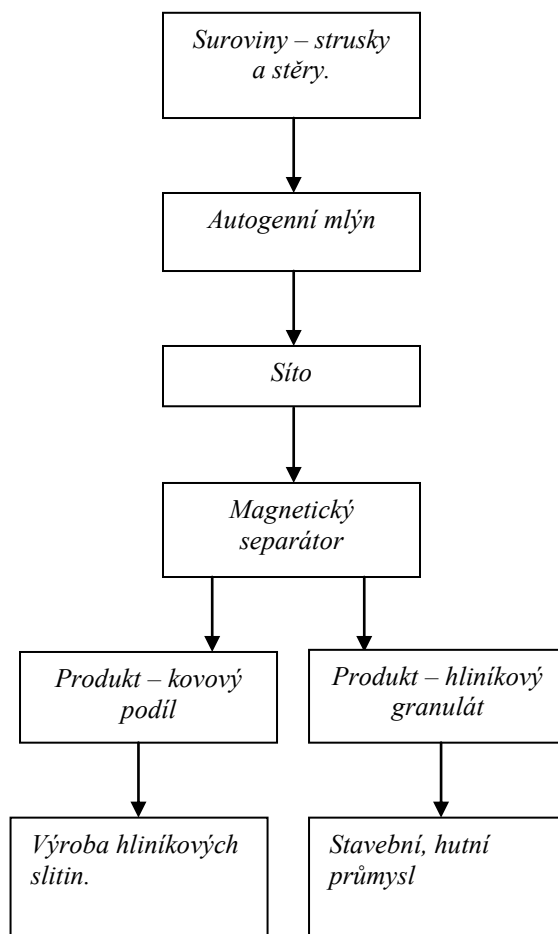


Schéma 3: Technologické schéma ZPRACOVÁNÍ STĚŘŮ A STRUSEK

Pro zpracování hliníkových třísek, špon a briket se používá linka na úpravu hliníkových špon. Hlavní jednotkou je sušárna, která je moderní technologií pro předúpravu hliníkových třísek, špon a briket pro následné hutní zpracování. Na této lince se odstraňují podíly ropných látek, železa a vlhkosti ze vstupní suroviny procesem termického ohřevu spalováním zemního plynu s následně magnetické separace. Při termickém procesu sušení je také využívána energie zbytku ropných látek, které jsou obsažené ve vstupním materiálu, což vede k úspoře paliva.

Hliníkové špony se nadrtí a třídí na vibračním propadovém sítu, dále jsou řízeně vysušeny v bubnové peci s plynovými hořáky. Na magnetickém separátoru jsou poté zbaveny mechanického železa. Tento produkt se také používá k výrobě hliníkových slitin. [14]

Blokové schéma zpracování hliníkových špon, třísek a briket

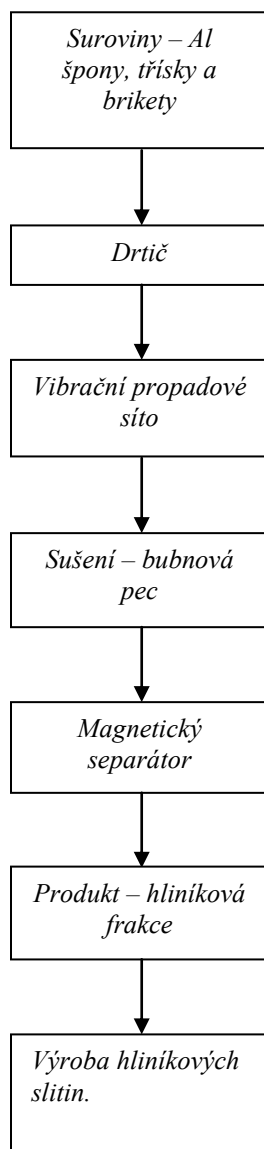


Schéma 4: Technologické schéma ZPRACOVÁNÍ ŠPON, TŘÍSEK A BRIKET

Odpadní řezné emulze a roztoky neobsahující halogeny – 12 01 09

Tento odpad odstraňuje firma Patok a.s., která se zabývá zpracováním nebezpečných odpadů a sanacemi od roku 1991. Firma používá nejmodernější technologie, která je srovnatelná s požadavky Referenčních dokumentů BAT: Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector (February 2003) a Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatment Industries (August 2005) – porovnání tohoto zařízení s BAT bylo provedeno podle přílohy č. 3 k zákonu č.76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů v platném znění. [17]

Pro zneškodnění nebezpečných odpadů – řezných emulzí a roztoků, které neobsahují halogeny a průmyslových odpadních vod, obsahující těžké kovy a ropné látky v emulgované, dispergované i suspendované formě se používá linka na zpracování zaolejovaných vod. Toto zařízení se nachází v provozu firmy Patok a.s. na okraji města Loun a je projektováno s kapacitou 24 000 t/rok. [18]

Linka je tvořena dvěma paralelními soubory zařízení složených z následujících částí: manipulační plochou z monolitického železobetonu opatřenou hydroizolací, která je odolná ropným látkám, abrazi a rozpouštědly. Odpadní vody jsou svedeny do primárních sedimentačních jímek. Dále jsou zde dvě primární sedimentační nádrže, které jsou určeny k rychlé sedimentaci těžkých částic za pomoci vestavěného separátoru, který odděluje zaolejované vody a pevné fáze – ta je dopravena do určeného kontejneru. K oddělení kapalin na základě rozdílných měrných hustot slouží dvě separační jímky oleje. Separovaný olej a emulze se čerpají z čerpací jímky pomocí čerpadla v nevýbušném provedení. Ve třech reakčních jímkách se poté vysráží jemný podíl suspendujících částic po ručním přidání hašeného vápna. V plachetkovém komorovém kalolisu pak dojde k odvodnění vápenných kalů a na filtrech (jejíž náplň je tvořena popelovinou) filtrační jednotky CINIS dojde k finálnímu zachycení zbytku ropných látek. Získané vyfiltrované kaly s vysokým obsahem ropných látek, těžkých kovů, polyaromátů a jiných uhlovodíků se solidifikují v aktivační nádrži, v níž probíhá vysokoteplotní vápenná stabilizace za přítomnosti různých aditiv (škvára, popílek, kontaminovaná zemina). Získané odpadní vody jsou vyspádovány k odlučovači ropných látek a ČOV AKTIBENT, která slouží jako

zařízení pro čištění odpadních vod obsahujících těžké kovy a ropné látky a je tvořena provozní nádrží, ve které dochází k deemulgaci (proces rozkladu emulze zpět na olejový podíl a vodu) působením bentonitu a flokulačního činidla. Všechny jímky a kontejnery jsou budovány jako železobetonové nádrže a jsou opatřeny stěrkovou hydroizolací odolnou vůči ropným látkám a organickým rozpouštědlům. [19]

Blokové schéma linky na zpracování zaolejovaných vod

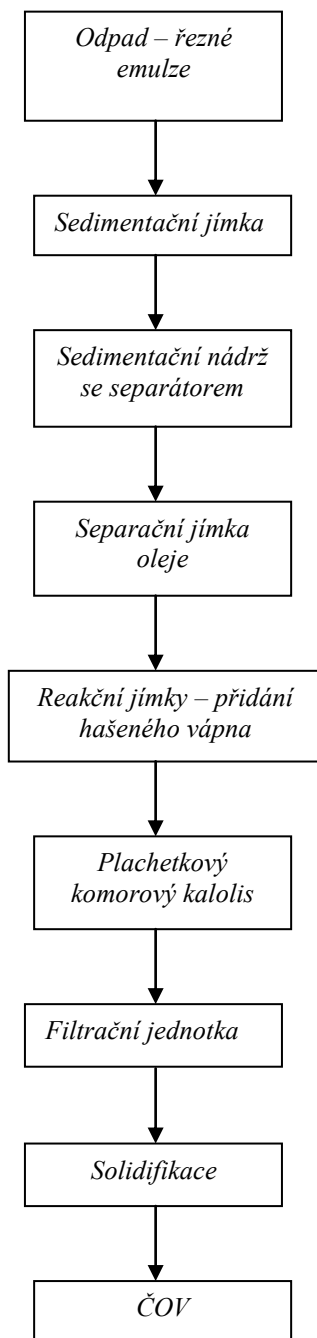


Schéma 5: Technologické schéma LINKY NA ZPRACOVÁNÍ ZAOLEJOVANÝCH VOD

6 ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala podrobnou charakteristikou různých technologií, které jsou používány při zpracování neželezných kovů se zvláštní pozorností k odpadům, které vznikají v jednotlivých fázích výrobních procesů. Na základě posouzených informací z odborné literatury, firemních materiálů a příslušné legislativy konstatovala, že je patrný zřetelný posun od výrob, při nichž vznikalo velké množství odpadů, s nimiž nebylo možno v podstatě jinak nakládat, než je skládkovat, k výrobním technologiím, které produkují minimum odpadů anebo jsou zcela bezodpadové. Významnou roli zde hraje zavádění recyklačních technologií a nejmodernějších výrobních postupů posuzovaných podle BAT.

Především v oblasti tavení a slévání hliníku, kdy docházelo k produkci v podstatě stejného množství odpadu jako množství finálního produktu, přistupují příslušné firmy k aplikaci stále dokonalejších technologií, které jsou nezbytností z hlediska jejich vlastní produktivity a ekonomické prosperity, ale i z pohledu environmentálního a celospolečenského. Na příkladu společnosti Aisan Industry Czech s.r.o. bylo popsáno zavedení nejlepších technologií do výrobní praxe. Výroba vysoce kvalitních produktů této firmy – různých druhů dílů palivových systémů pro automobily světových značek – sama o sobě vyžaduje využívání těch nejprogresivnějších výrobních postupů. Zároveň tato firma, jako všechny japonské průmyslové podniky, se snaží svou činností co nejméně zatěžovat životní prostředí. Vedení této firmy přenáší zkušenosti z oblasti odpadového hospodářství z mateřské země, kde je tato problematika řešena na velmi vysoké úrovni. Pro ostatní české firmy tak může sloužit jako příklad hodný následování.

Z povahy hutní výroby neželezných kovů, v případě firem zmíněných v této bakalářské práci, které zpracovávají tavený hliník, však vyplývá, že budou vždy producenty určitého objemu kovového odpadu, s nímž je nutno nějak nakládat. Proto bakalářská práce věnovala také pozornost podnikům, které se úpravou a zpracováním tohoto druhu odpadu zabývají. Bakalářská práce popsala používané úpravnické a zpracovatelské technologie a na konkrétních příkladech firem Patok a.s a Ambremetall a.s. ukázala možnosti zpracování odpadů z výroby hliníkových produktů bez vzniku dalšího „odpadu z odpadů“.

SEZNAM LITERATURY

- [1] *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění č. 185/2001 Sb., Sbírky zákonů*
- [2] ROUČKA, Jaromír. *Odlévání neželezných kovů – profesní vzdělávání pracovníků ve slévárenství*, Brno, 2006, 81s
- [3] VINARCIK, Edward J. *High integrity die casting processes*. New York: John Wiley, 2003, s 5-11. ISBN 04-712-0131-6.
- [4] RAGAN, Emil a kolektiv [aut.: Stanislav Fabian et]. *Liatie kovov pod tlakom*. Prešov: Fakulta výrobných technológií so sídlom, 2007. S. 10-14. ISBN 978-808-0739-799.
- [5] BOTULA, Jiří. *Recyklace odpadů kovových a kovonosných*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2003. ISBN 80-248-0495-6.
- [6] BEDNÁŘOVÁ, Vlasta. *Recyklace slévárenských odpadů - regenerace formovacích směsí*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004, 53 s. ISBN 80-248-0682-7.
- [7] JELÍNEK, Petr. *Pojivové soustavy slévárenských formovacích směsí: (chemie slévárenských pojiv)*. [Ostrava: P. Jelínek], 2004, 241 s. ISBN 80-239-2188-6.
- [8] JELÍNEK, Petr. *Disperzní soustavy slévárenských formovacích směsí. Ostřiva*. Ostrava: vlastním nákladem, 2000, 138 s. ISBN 80-238-6118-2.
- [9] Citováno: BEDNÁŘOVÁ, Vlasta. *Recyklace slévárenských odpadů - regenerace formovacích směsí*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004, s. 13. ISBN 80-248-0682-7
- [10] SRB, Jaroslav a Zdenka RŮŽIČKOVÁ. *Peletizace jemnozrnných surovin*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1979. s. 223-225, 275
- [11] *Plán odpadového hospodářství ústeckého kraje* [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z WWW: <http://www.kr-ustecky.cz/vismo/dokumenty2.asp?id_org=450018&id=730235&p1=94506>.
- [12] KUBÁSEK, Pavel. *Plán odpadového hospodářství původce Aisan industry Czech s.r.o. Louny, 2011*.

- [13] Integrované povolení „Tavení a lití hliníkových slitin Aisan Industry Czech s.r.o.“
In: 2008. Dostupné z WWW:
<[http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/22E6BDA32EED604CC12573E1002BEF06/\\$FILE/Tavení a lití Al - IP.doc](http://www.mzp.cz/www/ippc.nsf/0/22E6BDA32EED604CC12573E1002BEF06/$FILE/Tavení%20a%20lití%20Al%20-%20IP.doc)>.
- [14] *Anbremetall a.s. Výroba* [online]. [cit. 2012-04-21]. Dostupné z WWW:
<<http://www.anbremetall.cz/cz/vyroba.html>>.
- [15] Integrované povolení Anbremetell a.s. In: 2007. Dostupné z WWW:
<<http://www.anbremetall.cz/downloads/IPPC.pdf>>, s. 4.
- [16] KRIŠTOFOVÁ, Dana. *Recyklace neželezných kovů*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2003, s. 53-54, ISBN 80-248-0485-9.
- [17] Zákon o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů v platném znění. In: *č. 76/2002 sb.* 2002. Sbírky zákonů.
- [18] Patok. [online]. [cit. 2012-04-17]. Dostupné z WWW: < www.patok.cz >.
- [19] Integrované povolení“ Výstavba linky na čištění zaolejovaných odpadních vod firmy Patok a.s.“ In: roč. 2011. Dostupné z WWW:
<http://www.patok.cz/prilohy_nove/integrované_povoleni_louny_06_2011.pdf>, s. 2-4
- [20] Citováno: *Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění č. 185/2001 Sb., Sbírky zákonů* s. 4074
- [21] *Aisan Industry CO., LTD. History* [online]. [cit. 2012-04-22]. Dostupné z WWW:
<http://www.aisan-ind.co.jp/company/e_history.htm>.
- [22] *Směrnice Rady č.1996/61/E.S.* Směrnice Rady 96/61/ES ze dne 24. září 1996 o integrované prevenci a omezování znečištění.[online]. [cit. 2012-04-04]. Dostupné z WWW:
<[http://www.pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFGRHSIP/\\$FILE/smernice_96_61_ES.pdf](http://www.pub2.nsf/$pid/MZPMSFGRHSIP/$FILE/smernice_96_61_ES.pdf)>.

- [23] *Provozní řád: Velkého znečištění ovzduší, verze 2.* Aisan Industry Louny s.r.o. 2006.
- [24] *Směrnice: Nakládání s odpady a chemickými látkami, ochrana ovzduší a vod.* Aisan Industry Louny s.r.o, 2011.
- [25] *Směrnice: Řízení aspektů EMS.* Aisan Industry Louny s.r.o, 2011.
- [26] Vyhláška č. 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady v platném znění. In: 2001. Sbírky zákonů.
- [27] Tomáš Hubka - ústní sdělení (výrobní manažér, Aisan Industry Czech s.r.o.) dne 20. února 2012.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Elektrická odporová kelímková pec</i>	<i>7</i>
<i>Obrázek 2: Dvoukomorová plynová pec.....</i>	<i>8</i>
<i>Obrázek 3: Šachtová tavicí pec.....</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 4: Vanová pec.....</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 5: Dávkovací pec.....</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 6: Studená komora liciho stroje</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 7: Horká komora liciho stroje</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 8: Centrální tavicí pec Striko Westofen ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 9: Udržovací kelímková pec Elsklo RKLT ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 10: Licí stroj UBE 350 ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 11: Hrubý odlitek ve společnosti Aisan Industry Czech s.r.o.</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 12: Tryskací stroj DISA SPH 2-3/9</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 13: Obráběcí linka Mori Seiki NL 2000</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 14: Hliníková briket.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 15: Lis na brikety RUF RAP4.....</i>	<i>29</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Tepelně-fyzikální vlastnosti některých neželezných kovů</i>	<i>4</i>
<i>Tabulka 2: Tepelný obsah některých roztavených kovů.....</i>	<i>5</i>
<i>Tabulka 3: Katalog odpadů firmy Aisan Industry Czech s.r.o.</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 4: Cíle a opatření, které bude původce Aisan Industry Czech s. r. o. realizovat.</i>	<i>33</i>

SEZNAM SCHÉMAT

<i>Schéma 1: Technologické schéma procesu TAVENÍ HLINÍKOVÝCH SLITIN.....</i>	<i>13</i>
<i>Schéma 2: Technologické schéma SLÉVÁRNY FIRMY AISAN INDUSTRY LOUNY s.r.o.</i>	<i>30</i>
<i>Schéma 3: Technologické schéma ZPRACOVÁNÍ STĚŘŮ A STRUSEK.....</i>	<i>35</i>
<i>Schéma 4: Technologické schéma ZPRACOVÁNÍ ŠPON, TRÍSEK A BRIKET.....</i>	<i>36</i>
<i>Schéma 5: Technologické schéma LINKY NA ZPRACOVÁNÍ ZAOLEJOVANÝCH VOD</i>	<i>38</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1: Přehled vzniku odpadů ze slévárny hliníku Aisan Industry Czech s.r.o.</i>	<i>31</i>
---	-----------